

Pengaruh Jarak Kerapatan Penghalang Spiral Terhadap Unjuk Kerja Kolektor Surya Tipe Plat Datar

¹ Dody Prasetyo Guritno, ² Ikhwanul Qiram, ³ Dewi Sartika

¹⁾ Alumni Prodi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi

²⁾ Prodi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi, Jl. Ikan Tongkol 22 Banyuwangi

Email: ikhwanulqiram@gmail.com

ABSTRACT

The solar collector is a device that serves to collect solar radiation and convert it into useful energy of calories. Solar water heater collectors are heat exchangers that convert solar radiation energy into thermal energy in water. This research is done by modifying the existing pipe in solar collector, where in the pipe is given a barrier in the form of spiral stainless wire with the difference of size that is 0.5 cm, 1 cm, and 2 cm. This study was conducted for nine days. The result of this research proved that the distance of spiral barrier in solar collector has an effect on efficiency, the more smaller of spiral barrier distance make the collector efficiency increases. It's caused by the flow of water fluid in the pipe collided with the spiral shaft and formed following the spiral groove so as to increase the water temperature difference higher, with the higher water temperature difference then the value of solar energy useful solar collector is increases. The increased heat energy is useful to the efficiency of solar collectors, where the efficiency of collectors will increase as well. The discharge flow also affects the collector efficiency, more greater rate of water flow, the collector's efficiency will decrease. It's because the residence time of water in the heating pipe is shorter and the mass flow rate is greater. Furthermore, the value of solar energy useful solar collector is getting down so that collector efficiency is getting down anyway. The maximum collector efficiency occurs at 0.5 cm spiral barrier distance with 1 liter / minute water discharge of 24.72%, while minimum efficiency occurs at 2 cm spiral barrier distance with water discharge of 3 liter / minute that is 11.75%.

Keywords: Solar Collector, Compact Distance, Helical Obstacle, Performance Efficiency

1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia merupakan suatu negara yang dilalui garis khatulistiwa serta berada pada daerah tropis sehingga mempunyai suatu keuntungan yang cukup besar yaitu adanya sinar matahari secara berkesinambungan sepanjang tahun. Energi matahari umumnya dimanfaatkan oleh masyarakat untuk pengeringan baju, kayu, dan hasil pertanian, namun pemanfaatan energi matahari ini tidak dilakukan secara optimal. Salah satu contoh pemanfaatan energi matahari yaitu pengeringan gabah, dimana gabah hanya diletakkan pada sebuah area yang luas dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengeringkannya, oleh karena itu perlu dilakukan sebuah penelitian agar energi matahari yang ada dapat dimanfaatkan dengan semaksimal mungkin [1].

Pemanfaatan energi matahari yang ada saat ini dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan menggunakan teknologi surya fotovoltaik dan teknologi surya termal [2]. Teknologi surya termal adalah pemanfaatan energi surya secara langsung tanpa diubah menjadi energi lain terlebih dahulu, salah satu contohnya seperti pengering dan pemanas air. Salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan air panas adalah dengan menggunakan media surya sebagai suplai energinya [3].

Energi surya dikategorikan sebagai sumber alternatif energi yang sangat ramah lingkungan. Energi surya juga

dikategorikan sebagai energi terbarukan yang dihasilkan dari panas dan cahaya matahari yang tidak mengurangi sumber daya alam serta produksinya tidak akan ada habisnya [4]. Penggunaan energi alternatif dari energi surya dapat memberikan manfaat terhadap penghematan konsumsi listrik dan atau diesel yang secara konvensional digunakan untuk membangkitkan energi. Pemanfaatan energi panas dari sinar matahari membutuhkan suatu peralatan yang berfungsi untuk mengumpulkan energi panas yang datang dari matahari, peralatan ini disebut kolektor surya.

Kolektor surya adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengumpulkan radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi kalor yang berguna [5], sedangkan kolektor surya pemanas air adalah alat penukar kalor yang mengkonversi energi radiasi matahari menjadi energi termal pada air. Dalam aplikasinya, energi radiasi matahari diserap oleh pelat kolektor dan dipindahkan ke air. Selanjutnya, air panas digunakan untuk kebutuhan penyediaan air panas pada perumahan, bangunan komersial dan industri [6].

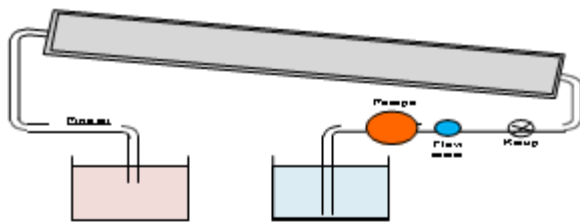
Kolektor surya terdiri dari beberapa macam bentuk, akan tetapi kolektor surya yang sering digunakan adalah tipe pelat datar. Banyak peneliti telah menciptakan dan mengembangkan tentang perpindahan panas, seperti penelitian terdahulu yang telah dilakukan [7]. Penelitian tersebut berisi tentang penerapan termodinamika,

dimana dilakukan modifikasi pada pipa.

Berdasarkan permasalahan dari kolektor surya adalah bagaimana meningkatkan unjuk kerja berupa efisiensi dari kolektor surya bisa ditingkatkan semaksimal mungkin. Dalam meningkatkan unjuk kerja dilakukan penelitian dengan berbagai macam cara, baik memodifikasi, menambah perlengkapan, menguji material yang dipakai dan sebagainya. Dalam hal ini pipa-pipa dalam kolektor surya nantinya akan divariasi dengan penambahan penghalang spiral yang bertujuan untuk menghambat laju aliran fluida dari perpindahan dingin menuju panas.

II. METODOLOGI PENELITIAN

- Variabel bebas pada penelitian ini adalah:
 - Jarak penghalang spiral: 0.5; dan 2 cm
 - Dedit air: 1, 2 dan 3 liter/menit
- Variabel terikat pada penelitian ini yaitu beda temperatur suhu air masuk (T_{in}) dan suhu air keluar (T_{out}) serta intensitas radiasi matahari.



Gambar 1. Skema alat penelitian

Alat

- Termokopel* untuk pengukuran suhu.
- Flowmeter* untuk mencatat volume air yang dialirkan.
- Stopwatch* untuk mengukur waktu aliran.
- Pompa air untuk sirkulasi air.
- Kran air ukuran 0,5 inchi untuk pengaturan debit air.

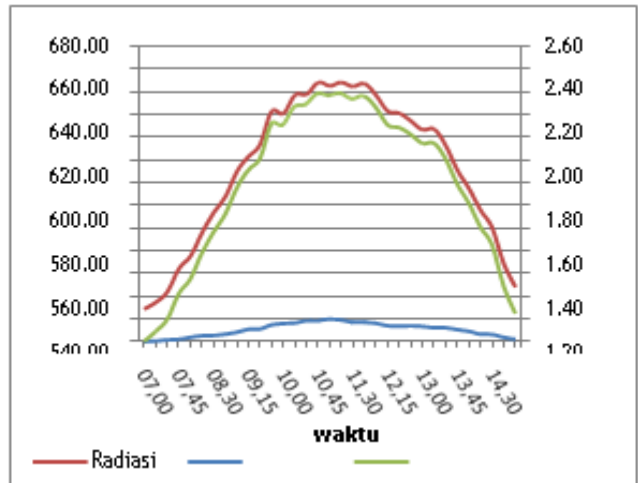
Bahan

- Kaca dengan ketebatan 5 mm untuk penutup kolektor.
- Papan kayu tebal 2 cm untuk dinding kolektor.
- Pelat aluminium tebal 1,2 mm untuk *absorber*.
- Pipa aquarium dan sambungannya dengan diameter 0,5 inchi untuk mengalirkan air.
- Tandon untuk menampung air.
- Styrofoam tebal 2 cm untuk isolator.
- Fluida yang digunakan adalah air.
- Cat hitam untuk pengecatan bahan absorber.

II. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

TABEL 1
LAJU PERUBAHAN SUHU RUANG KOLEKTOR

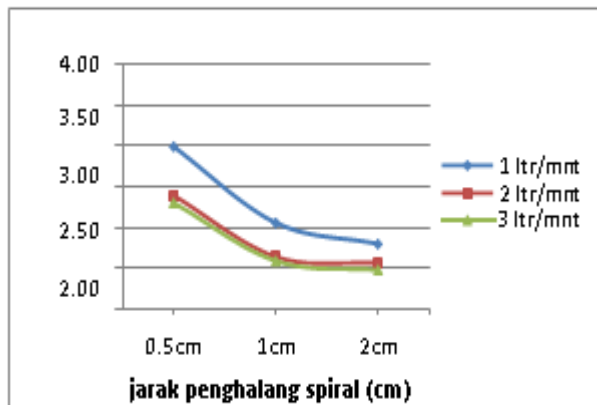
Jam	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Hari ke-8	Hari ke-9	Ave
07,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07,15	0.08	0.09	0.01	0.05	0.04	0.16	0.06	0.12	0.15	0.08
07,30	0.09	0.41	0.02	0.05	0.03	0.37	0.06	0.22	0.36	0.18
07,45	0.39	0.60	0.42	0.07	0.03	0.66	0.04	0.58	0.83	0.40
08,00	0.51	0.30	0.38	0.27	0.21	1.05	0.03	0.69	1.16	0.51
08,15	0.49	0.62	0.84	0.60	0.42	1.39	0.01	1.01	1.17	0.73
08,30	0.72	1.24	0.60	0.87	0.67	1.65	0.09	0.83	1.51	0.91
08,45	1.36	1.60	0.53	0.95	0.90	1.53	0.35	0.71	1.59	1.06
09,00	1.61	1.85	0.77	1.16	1.26	1.66	0.60	0.88	1.70	1.28
09,15	2.17	1.86	0.87	1.39	1.37	1.73	0.72	1.32	1.21	1.40
09,30	2.33	1.35	0.98	1.17	1.47	1.76	1.02	1.71	1.72	1.50
09,45	2.46	1.96	1.56	1.35	1.45	1.98	1.26	2.06	1.91	1.78
10,00	2.47	2.03	1.62	1.26	1.13	2.03	1.40	1.88	1.92	1.75
10,15	2.53	2.40	1.72	1.48	1.35	2.03	1.85	1.79	1.98	1.90
10,30	2.50	2.12	1.66	1.64	1.29	2.08	2.02	1.87	1.97	1.91
10,45	2.41	2.50	1.85	1.82	1.61	2.10	2.01	1.74	1.99	2.00
11,00	2.33	2.55	1.94	1.66	1.40	2.14	2.06	1.76	1.92	1.97
11,15	2.40	2.67	1.91	1.65	1.49	2.16	2.15	1.58	1.96	2.00
11,30	2.36	2.37	2.18	1.77	1.37	2.15	1.90	1.78	1.83	1.97
11,45	2.40	2.21	2.27	1.96	1.80	2.10	1.39	1.87	1.92	1.99
12,00	2.43	2.31	2.09	1.66	1.54	2.11	1.39	1.76	1.81	1.90
12,15	2.37	2.45	1.81	0.99	1.19	2.10	1.49	1.91	1.61	1.77
12,30	2.44	2.35	1.53	0.85	0.92	2.07	1.85	1.86	1.87	1.75
12,45	2.34	2.25	1.57	1.21	0.65	2.05	1.74	1.58	1.79	1.69
13,00	2.53	2.12	1.37	0.84	0.62	1.98	1.72	1.62	1.71	1.61
13,15	2.42	2.19	1.44	1.10	0.67	1.84	1.66	1.61	1.70	1.63
13,30	2.21	2.13	1.58	0.63	0.55	1.74	1.51	1.39	1.64	1.49
13,45	1.80	1.93	1.57	0.50	0.60	1.65	1.25	0.80	1.43	1.28
14,00	1.65	1.74	1.32	0.38	0.47	1.42	1.07	0.88	1.24	1.13
14,15	1.39	1.32	1.17	0.79	0.44	0.75	0.85	0.66	1.13	0.94
14,30	1.06	1.44	0.92	0.52	0.35	0.51	0.74	0.59	0.95	0.79
14,45	0.61	0.81	0.50	0.03	0.32	0.37	0.36	0.72	0.33	0.45
15,00	0.40	0.63	0.32	-0.01	0.32	0.09	0.15	0.21	-0.08	0.23



Gambar 2. Grafik Laju perubahan suhu terhadap nilai radiasi cahaya matahari

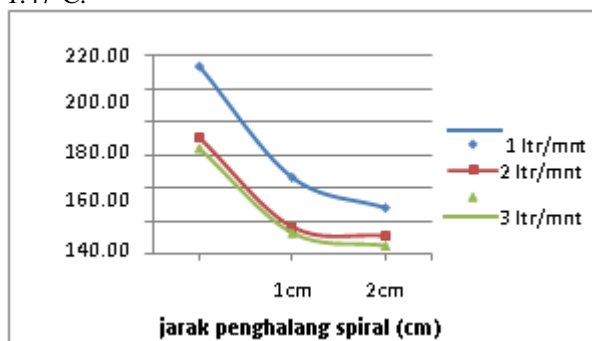
Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai radiasi cahaya matahari cenderung naik mulai pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 11.15 WIB dan cenderung turun pada pukul 11.15 WIB sampai dengan pukul 15.00 WIB. Kenaikan tertinggi terjadi pada pukul 11.15 WIB dengan nilai radiasi matahari sebesar 648.25 W/m^2 . Laju perubahan suhu juga cenderung mengikuti kenaikan radiasi sinar cahaya matahari. Hal ini membuktikan bahwa hasil pengukuran nilai radiasi cahaya matahari sudah sesuai dengan kejadian di alam, dimana radiasi cahaya matahari pada pagi hari cenderung rendah dan

pada siang hari akan semakin panas serta semakin sore cenderung semakin turun.



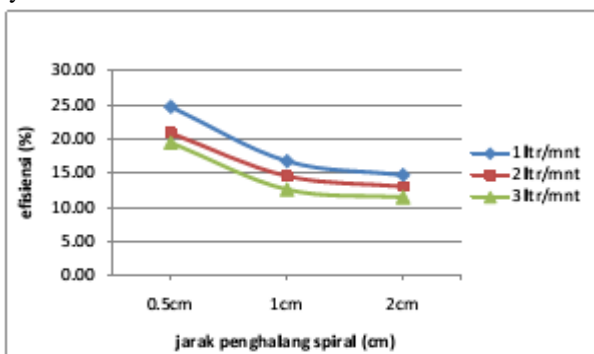
Gambar 3. Grafik beda suhu air

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin kecil jarak penghalang spiral maka selisih suhu air akan semakin besar. Selain itu semakin besar debit aliran air maka selisih suhu air akan semakin turun. Selisih suhu air terbesar terjadi pada variasi jarak penghalang spiral 0.5 cm dengan debit aliran 1 liter/menit yaitu sebesar 2,99°C sedangkan selisih suhu air terkecil terjadi pada variasi jarak penghalang spiral 2 cm dengan debit aliran 3 liter/menit yaitu sebesar 1,47°C.



Gambar 4. Grafik nilai energi kalor

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin kecil jarak penghalang spiral maka nilai kalor kolektor akan semakin besar. Selain itu semakin besar debit aliran air maka nilai energi kalor kolektor semakin turun. Nilai energi kalor kolektor tertinggi terjadi pada variasi jarak penghalang spiral 0.5 cm dengan debit aliran 1 liter/menit yaitu sebesar 213.33 Watt sedangkan nilai kalor kolektor terkecil terjadi pada variasi jarak penghalang spiral 2 cm dengan debit aliran 3 liter/menit yaitu sebesar 105.15 Watt.



Gambar 5 Grafik Efisiensi kolektor surya

Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin kecil jarak penghalang spiral maka efisiensi kolektor akan semakin besar. Selain itu semakin besar debit aliran air maka efisiensi kolektor semakin turun. Efisiensi kolektor maksimum terjadi pada variasi jarak penghalang spiral 0.5 cm dengan debit aliran 1 liter/menit yaitu sebesar 24.72 % sedangkan efisiensi kolektor minimum terjadi pada variasi jarak penghalang spiral 2 cm dengan debit aliran 3 liter/menit yaitu sebesar 11.49 %.

Dari hasil pengolahan dan analisa data didapatkan jarak penghalang spiral kolektor surya tipe pelat datar berpengaruh terhadap proses pemanasan air dalam hal ini merupakan beda suhu air dalam pipa pemanas. Semakin kecil jarak penghalang spiral maka beda suhu air didalam pipa pemanas akan semakin meningkat. Debit aliran air juga mempengaruhi proses pemanasan air, dimana semakin besar debit aliran air maka suhu air akan menurun.

Beda suhu air maksimum terjadi pada jarak penghalang spiral 0.5 cm dengan debit air 1 liter/menit yaitu sebesar 2.99°C, sedangkan beda suhu air minimum terjadi pada jarak penghalang spiral 2 cm dengan debit air 3 liter/menit yaitu 1.47°C. Jarak penghalang spiral berpengaruh terhadap nilai energi kalor berguna, semakin kecil jarak penghalang spiral maka nilai energi kalor berguna semakin meningkat. Nilai energi kalor berguna maksimum terjadi pada jarak penghalang spiral 0.5 cm dengan debit air 1 liter/menit yaitu sebesar 213.33 Watt, sedangkan nilai energi kalor berguna minimum terjadi pada jarak penghalang spiral 2 cm dengan debit air 3 liter/menit yaitu 105.15 Watt.

Jarak penghalang spiral juga berpengaruh terhadap efisiensi kolektor, semakin kecil jarak penghalang spiral maka efisiensi kolektor semakin meningkat. Efisiensi kolektor maksimum terjadi pada jarak penghalang spiral 0.5 cm dengan debit air 1 liter/menit yaitu sebesar 24.72%, sedangkan efisiensi minimum terjadi pada jarak penghalang spiral 2 cm dengan debit air 3 liter/menit yaitu 11.75%.

III. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengolahan dan analisa data maka dapat diambil kesimpulan :

1. Nilai radiasi matahari berpengaruh terhadap unjuk kerja kolektor surya, dimana nilai radiasi matahari dan laju perubahan suhu sama-sama meningkat pada siang hari.
2. Beda suhu air maksimum, nilai energi kalor serta efisiensi terbesar terjadi pada variasi jarak penghalang spiral 1cm dengan debit aliran 1 liter/menit yaitu sebesar 2.99°C, 213.33 Watt dan 24.72%.
3. Beda suhu air minimum, nilai energi kalor serta efisiensi terkecil terjadi pada variasi jarak penghalang spiral 2 cm dengan debit aliran 3 liter/menit yaitu sebesar 1.47°C, 105.15 Watt dan 11.75%.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan cara:

1. Memvariasi bentuk penghalang aliran pipa pemanas.
2. Menguji bentuk aliran air dalam pipa pemanas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putra, I.N.G.P., 2015. *Analisis Performansi Kolektor Surya Pelat Datar dengan Variasi Sirip Berlubang*. Tugas akhir. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Udayana. Bali.
- [2] Sitompul, R., 2011. *Teknologi Energi Terbarukan Yang Tepat untuk Aplikasi di Masyarakat Pedesaan*. Buku Manual Pelatihan Progam Nasional Pemberdayaan Masyarakat (PNPM) Mandiri.
- [3] Sudrajat, S.E., dan Santoso, I., 2014. *Perancangan Solar Water Heater Jenis Plat Datar Temperatur Medium untuk Aplikasi Penghangat Air Mandi*. Jurnal Teknologi, Volume 7 Nomor 2. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal. Jawa Tengah.
- [4] Darwin., Syah, H., dan Yadi S., 2013. *Studi Performansi Alat Pemanas Air dengan Menggunakan Kolektor Surya Plat Datar*. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia Vol. 5 No. 3. Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh.
- [5] Wijaya, A.F.C., 2010. *Gerak Bumi dan Bulan. Konsep Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa*. Digital Learning Lesson Study Jayapura.
- [6] Jalaluddin., Arief, E., Tarakka, R., 2015. *Analisis Performansi Kolektor Surya Pemanas Air dengan Pelat Kolektor Bentuk-V*. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV). Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Tamalanrea Makassar. Sulawesi Selatan.
- [7] Yazid, A.R.A., 2015. *Pemodelan Perpindahan Panas Air pada Pipa dengan Penyisipan Pita Terpilin*. Tugas Akhir. Progam Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.